Napredni razvoj programske potpore za web

- predavanja -

2022./2023.

1. TypeScript

Creative Commons

- slobodno smijete:
  - **dijeliti** — umnožavati, distribuirati i javnosti priopćavati djelo
  - **prerađivati** djelo
- pod sljedećim uvjetima:
  - **imenovanje:** morate priznati i označiti autorstvo djela na način kako je specificirao autor ili davatelj licence (ali ne način koji bi sugerirao da Vi ili Vaše korištenje njegova djela imate njegovu izravnu podršku).
  - **nekomercijalno:** ovo djelo ne smijete koristiti u komercijalne svrhe.
  - **dijeli pod istim uvjetima:** ako ovo djelo izmijenite, preoblikujete ili stvarate koristeći ga, preradu možete distribuirati samo pod licencom koja je ista ili slična ovoj.

U slučaju daljnjeg korištenja ili distribuiranja morate drugima jasno dati do znanja licencne uvjete ovog djela.
Od svakog od gornjih uvjeta moguće je odstupiti, ako dobijete dopuštenje nositelja autorskog prava.
Ništa u ovoj licenci ne narušava ili ograničava autorova moralna prava. *Tekst licence preuzet je s http://creativecommons.org/*

Što je TypeScript?

- TypeScript je nadgradnja JavaScripta u sintaksnom smislu (engl. *typed superset*) s ciljem izbjegavanja uobičajenih pogrešaka kakve se inače lako otkrivaju prevođenjem strogo tipiziranih programskih jezika
- TypeScript se prevodi/pretvara (engl. *transpile*) u JavaScript
  - Zadržava dinamička svojstva JS, a donosi tipsku sigurnost
  - Neki elementi TypeScripta postoje samo na razini prevodioca te se samo uklanjaju iz prevedenog koda, dok neki npr. generiraju dodatni JavaScript kod
- Raditi u TypeScriptu bez dobrog poznavanja JavaScripta nije rješenje problema, već samo veći problem!

Kako instalirati Typescript?

- Može se instalirati na više načina. U primjerima koji slijede koriste se *node.js* i *npm,* pa se instalacijska procedura za TypeScript svodi na

```
npm install -g typescript
```

uz provjeru instalirane verzije

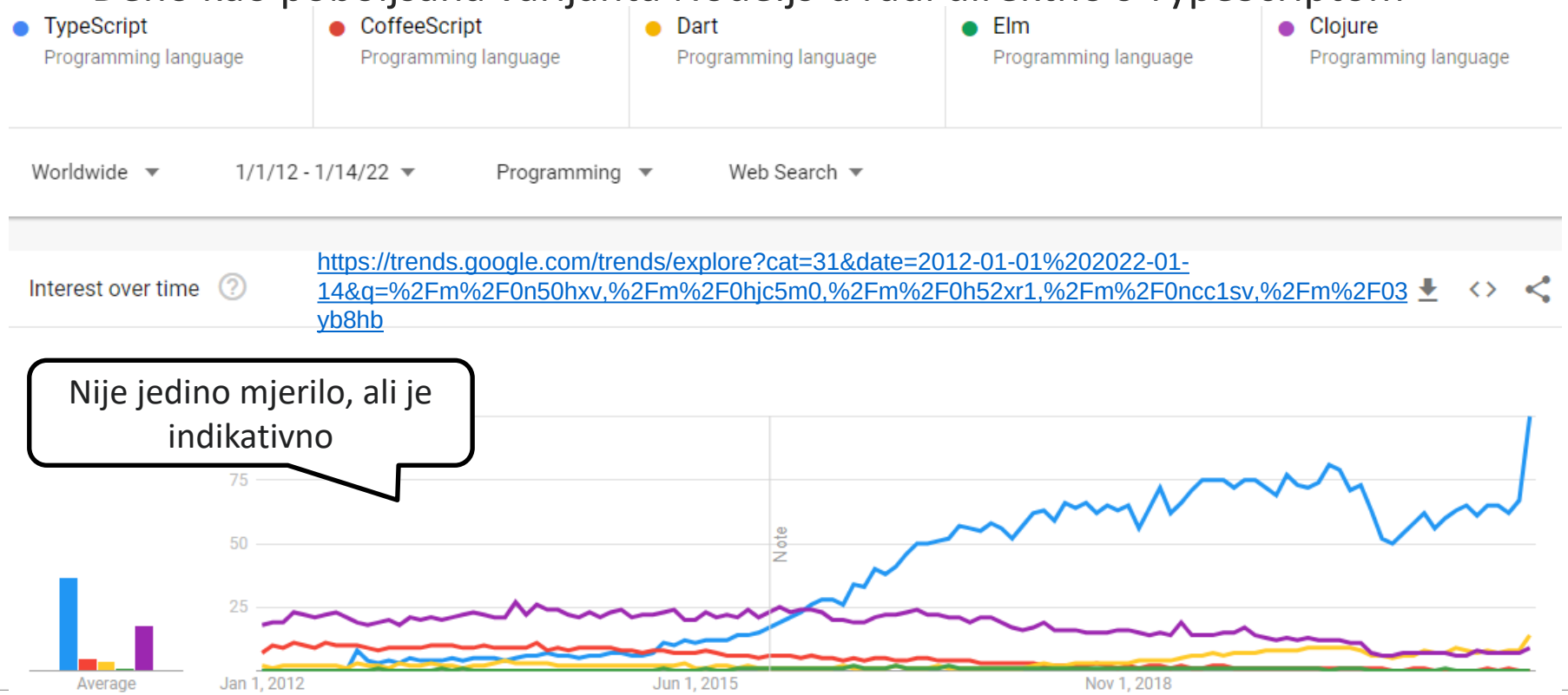
```
tsc -v
```

- Instalacijske upute za neka druga razvojna okruženja dostupna su na https://www.typescriptlang.org/download

Typescript i alternative

- Microsoft 2012., Anders Hejlsberg (C#, Pascal, Turbo Delphi)
- Mnoštvo pokušaja da se „poboljša” ili nadogradi JavaScript
  - https://keyua.org/blog/top-alternatives-to-javascript-for-web-development/
  - https://www.sitepoint.com/10-languages-compile-javascript/

  itd… ali praktično bez ozbiljne alternative
- Angular baziran nad njim, a moguće kombinirati i s Reactom i Vueom
- Deno kao poboljšana varijanta Node.js-a radi direktno s TypeScriptom



Motivacijski primjer (1)

00-intro-js/intro-incorrect.js

- Recepte učitavamo iz datoteke *recipes.json* tako da sastojke razdijelimo u polje stringova

```
const data = require("./recipes.json");
function load() {
  const recipes = data.map(function (item, index)  {
    return {
        id: index + 1,
        ...item,
        recipeYield : Number(item.recipeYield),
        ingredients : item.ingredients ? item.ingredients.split("\n") : []
    }
  });
  return recipes;
}
```

```
[{
    "name": "Easter Leftover Sandwich",
    "ingredients": "12 whole Hard Boiled Eggs\n1/2 cup Mayonnaise\n ...",
    "url": "http://thepioneerwoman...", "image": "http://static.the...",
    "cookTime": "PT", "recipeYield": "8",
    "datePublished": "2013-04-01", "prepTime": "PT15M",
    "description": "Got leftover Easter eggs?  ..."
},
{
    "name": "Pasta with Pesto Cream Sauce",  ...
```

Motivacijski primjer (2)

00-intro-js/intro-incorrect.js

- Želimo pronaći sve recepte za 3-6 osoba koje sadrže sve navedene sastojke
- Pronađite pogreške u sljedećem kodu
  - Napomena: metoda *containsAllSubstrings* je vlastita metoda koja provjerava mogu li se svi stringovi iz polja zadanog kao drugi argument pronaći kao podnizovi u prvom polju

```
function findRecipes(yieldPredicate, ...ingredients) {
  const recipes = load();
  return recipes.filter(yieldPredicate)
      .filter(r => containsAllSubstrings(r.ingredients, ingredients));
}

const yieldPredicate = y => y >= 3 && y <= 6;
const recipes = findRecipies(yieldPredicate, "Eggs", "Onion");
recipes.forEach(r => {
    console.log(`${r.id}. ${r.name} ${r.url} ${r.publishDate}`)
});
```

```
node .\intro-incorrect.js
```

Motivacijski primjer zapisan u TypeScriptu (1)

- Kod za učitavanje recepata prebačen u zasebnu datoteku s ekstenzijom *ts*
  - Umjesto *require* koristi se *import* te je dodan *export* na kraju

00-intro-ts/loadrecipes.ts

```
import * as data from "./recipes.json"
function load() {
  const recipes = data.map(function (item, index)  {
     return {
        id: index + 1,
        ...item,
        recipeYield : Number(item.recipeYield),
        ingredients : item.ingredients ? item.ingredients.split("\n") : []
     }
  });
  return recipes;
}
export default load;
```

Motivacijski primjer zapisan u TypeScriptu (2)

- Kod za učitavanje recepata prebačen u zasebnu datoteku s ekstenzijom *ts*

```
import loadrecipes from "./loadrecipes"
function findRecipes(yieldPredicate, ...ingredients) {
    const recipes = loadrecipes();
    return recipes.filter(yieldPredicate)
                  .filter(r => containsAllSubstrings(r.ingredients,
                                                     ingredients));
}
const yieldPredicate = y => y >= 3 && y <= 6;
const recipes = findRecipies(yieldPredicate, "Eggs", "Onion");
recipes.forEach(r => {
    console.log(`${r.id}. ${r.name} ${r.[illegible]} ${r.publishDate}`)
});
```

00-intro-ts/intro-start-from-incorrect.ts

VS Code: Cannot find name 'findRecipies'. Did you mean 'findRecipes'?

Motivacijski primjer zapisan u TypeScriptu (3)

- Prethodni TypeScript kod možemo pretvoriti u JavaScript sljedećom naredbom (parametar `resolveJsonModule` omogućava korištenje modula iz *json* datoteka)

```
tsc intro-start-from-incorrect.ts --resolveJsonModule
```

što rezultira sljedećom porukom

00-intro-ts/...

```
intro-start-from-incorrect.ts:11:15 - error TS2552: Cannot find name
'findRecipies'. Did you mean 'findRecipes'?

11 let recipes = findRecipies(yieldPredicate, "Eggs", "Onion");
                 ~~~~~~~~~~~~

  intro-start-from-incorrect.ts:4:10
    4 function findRecipes(yieldPredicate, ...ingredients) {
              ~~~~~~~~~~~
    'findRecipes' is declared here.
Found 1 error.
```

- Unatoč tome, generira se js datoteka, što se može onemogućiti dodatnom opcijom prevodioca

```
tsc intro-start-from-incorrect.ts --resolveJsonModule --noEmitOnError
```

Motivacijski primjer zapisan u TypeScriptu (4)

- Ispravljenim pozivom metode prevodilac će uočiti novu pogrešku,

```
intro-start-from-incorrect.ts:12:50 - error TS2339: Property 'publishDate' does not exist on
type '{ recipeYield: number; ingredients: string[]; name: string; url: string; image: string;
cookTime: string; datePublished: string; prepTime: string; description: string; id: number; }'.
12     console.log(`${r.id}. ${r.name} ${r.url} ${r.publishDate}`)
```

  koju je također trivijalno za popraviti.
- Sve navedeno je posljedica toga što je TS automatski odredio koji tipovi se koriste u pojedinim izrazima i što oni sadrže
- TS ipak ne može sve, npr. neće otkriti pogrešku vezanu za korištenje predikata
  - Argument bi u ovoj varijanti trebao biti predikat za recept, a namjera pozivatelja je bila da bude predikat za broj osoba što zahtjeva modifikaciju

```
function findRecipes(yieldPredicate, ...ingredients) {
    let recipes = load();
    return recipes.filter(yieldPredicate)
   ... //treba biti filter(r => yieldPredicate(r.recipeYield))
}
let yieldPredicate = y => y >= 3 && y <= 6;
let recipes = findRecipes(yieldPredicate, "Eggs", "Onion");
```

Motivacijski primjer zapisan u TypeScriptu (5)

- Očita je namjera autora da *yieldPredicate* bude predikat za cijeli broj, pa se tako može i eksplicitno označiti u TS-u koristeći *type*
  - Lambda izrazom smo opisali kako mora izgledati tip (potpis) funkcije i pridijelili ime tom tipu
    - Ovaj način opisivanja funkcije se u literaturi naziva *function type expression*, a npr. funkcija napisana kao lambda *arrow function*
  - Dodatno, može se navesti od čega se sastoji ulazno polje, iako nije nužno

```
type numberPredicate = (x : number) => boolean;
function findRecipes(yieldPredicate : numberPredicate, ...ingredients:string[]) {
```

- Nakon navedenog, prevodiocu je jasno da u filteru predikat ne može biti iskorišten na način na koji je napisano i da treba biti

```
    recipes.filter(r => yieldPredicate(r.recipeYield))
```

- Ispravljena verzija nalazi se u `00-intro-ts/intro.ts`

Konfiguracijska datoteka za TS

- U prethodnim primjerima prilikom prevođenja navedeni su ime datoteke i parametri prevodioca
- Može se pojednostaviti korištenjem konfiguracijske datoteke *tsconfig.json* te se samo pokreće naredba *tsc*
  - Dodatno, postavljeno da generirane datoteke budu u mapi *dist* (isključena iz git repozitorija), a izvorni kod u *src*

00-intro-ts-proj/tsconfig.json

```
{
    "compilerOptions": {
        "outDir": "./dist",
        "rootDir": "./src",
        "noEmitOnError": true,
        "resolveJsonModule": true
    }
}
```

  - U primjerima koji slijede sadržaj datoteke *tsconfig.json* će se mijenjati, a detaljnije o opcijama se može pronaći na
    https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/tsconfig-json.html
    https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/compiler-options.html

Tipovi podataka u JavaScriptu i TypeScriptu

- Podsjetnik: ugrađeni tipovi podataka u JS-u su
  - *number*, *bigInt*, *string*, *boolean*, *null*, *undefined*, *object* i *symbol*
  - U JS-u tip varijable je određen pridruženom vrijednošću!
- Za razliku od JS-a (u koji će se prevesti), u TS-u je tip varijable eksplicitno naveden ili određen inicijalno pridruženom vrijednošću.
  - Tip varijable navodi se iza imena varijable

```
let x = 123;
console.log(typeof(x)); // number
x = "abc";
console.log(typeof x); // string
```

```
let x : number = 123;
```

Prevodioc za typescript temeljem navedenog pridruživanja zaključuje da je x tipa number te se to ne treba eksplicitno navoditi.

Ovaj kod je valjan u JavaScriptu, ali ne i u Typescriptu, jer je varijabla x tipa *number* i (u Typescriptu) joj se ne može kasnije pridružiti vrijednost nekog drugog tipa. Napomena: oznaka tipa postoji samo u .ts datoteci, odnosno u interpretaciji datoteke. U prevedenom kodu nema oznaka tipova podataka i ako nije uključen `noEmitOnError` onda ovo rezultira valjanim Javascript kodom.

Tip podataka *any*

- TS ne ograničava fleksibilnost JS-a, već pokušava spriječiti moguće pogreške
- Prethodni primjer je moguće napisati u TS-u, ako se tip podatka definira kao *any*

```
let x : any = 123;
console.log(typeof x); // number
x = "abc";
console.log(typeof x); // string
```

- Koristi se za situacije kad je to zbilja potrebno, ali/jer uzrokuje gubitak tipske sigurnosti

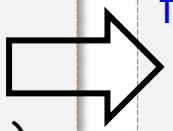
```
let x : any = 123;
console.log(typeof x); // number
console.log(x.length); // undefined
x = "abc";
console.log(typeof x); // string
console.log(x.length); // 3
```

Implicitno definiran *any* (1)

- Ako nije eksplicitno definiran, TypeScript će pokušati zaključiti tip podatka temeljem pridružene vrijednosti

```
function f(v) {
    let sum = 0;
    v.forEach(a => sum += a * a);
    return sum;
}
```

01-implicit-any/src/index.ts



```
function f(v : any) : number {
    let sum : number = 0;
    v.forEach((a : any) => sum += a*a);
    return sum;
}
```

- Budući da prevodilac za TS ne zna što je *v*, onda ga smatra za *any*, pa je i *a* u lambda izrazu tipa *any*
- U opcijama prevodioca možemo uključiti opciju *declaration* kojom se generiraju datoteke s ekstenzijom d.ts u kojima možemo vidjeti kako je prevodilac interpretirao pojedine funkcije i varijable

01-implicit-any/tsconfig.json

```
{
    "compilerOptions": {
        "outDir": "./dist",
        ...
        "declaration": true,
```

01-implicit-any/dist/index.ts.d

```
declare function f(v: any): number;
declare let x: number;
```

Implicitno definiran *any* (2)

- Posljedično, kad ulazni argument nije polje, prilikom izvršavanja dogodi se pogreška *TypeError: v.forEach is not a function*
- Prevodilac je temeljem operacija u funkciji zaključio da je *sum* broj, pa će smatrati x brojem
- Budući da se stringovi iz polja mogu automatski pretvoriti u brojeve, funkcija vraća istu (numeričku vrijednost) za polja iz primjera.
  - Ne zaboravite da u prevedenom kodu nema tipova podataka
  - Pokrenite program i promotrite rezultat, a zatim promotrite rezultat ako se izraz `sum+=a*a` izmijeni u `sum+=a`

```
function f(v) {
    let sum = 0;
    v.forEach(a => sum += a * a);
    return sum;
}
```

```
declare function f(v: any): number;
declare let x: number;
```

`01-implicit-any/src/index.ts`

```
let x = f([1, 2, 3]);
console.log(x);
x = f(["1", "2", "3"]);
console.log(x);
x = f("abc");
```

- Implicitni any bi trebalo izbjegavati i može se onemogućiti uključivanjem opcije *noImplicitAny* prilikom prevođenja
- Slično vrijedi i za *noImplicitReturns*

Ako bi v bio `number[]`, tada bi prevodilac dojavio:
`error TS2345: Argument of type 'string' is not assignable to parameter of type 'number[]'.`

Postavke prevodioca – Provjera null vrijednosti

- Korisna opcija prevodioca je i provjera *null* vrijednosti za dijelove koda u kojima se *null* ne očekujem, kao u sljedećem primjeru

02-null-checks/*

```
{
    "compilerOptions": {
        "outDir": "./dist",
        "rootDir": "./src",
        "declaration": true,
        "strictNullChecks": true,
        "noImplicitAny": true
    }
}
```

```
function f(v : number[])  {
    let sum = 0;
    v.forEach(a => sum += a * a);
    return Math.sqrt(sum);
}

let x = f([1, 2, 3]);
let v : number[];
x = f(v);
```

```
error TS2454: Variable 'v' is used
      before being assigned.
```

Unija kao tip podataka (1)

- Pretpostavimo da u JavaScriptu treba napisati metodu koja stvora novo polje kao permutaciju ulaznog polja.

```
function shuffle(data) {
    let arr = [...data]; //novo polje
    for (let i = arr.length - 1; i > 0; i--) {
        const j = Math.floor(Math.random() * (i + 1));
        const temp = arr[i];
        arr[i] = arr[j];
        arr[j] = temp;
    }
    return arr;
}
```

Moguće u ES2015 ili novijoj verziji

```
function shuffle(data) {
    let arr = [...data]; //polje znakova
    for (let i = arr.length - 1; i > 0; i--) {
        const j = Math.floor(Math.random() * (i + 1));
        const temp = arr[i];
        arr[i] = arr[j];
        arr[j] = temp;
    }
    return arr. join('');
}
```

Kôd metode koja bi vratila permutirani string ima tek neznatnu razliku

Unija kao tip podataka (2)

- Prethodni kod se može spojiti u jedan na sljedeći način

```
function shuffle(data) {
    let arr = [...data];
    for (let i = arr.length - 1; i > 0; i--) {
        const j = Math.floor(Math.random() * (i + 1));
        const temp = arr[i];
        arr[i] = arr[j];
        arr[j] = temp;
    }
    return typeof (data) == "string" ? arr.join('') : arr;
}
```

- Što ako želimo omogućiti da je ulazni argument ili string ili polje?
  U tom slučaju ulazni argument je `string | any[]` što se naziva **unija**
  - Može se pisati direktno unutar argumenta

03-union/src/index.ts

```
function shuffle(data :  string | any[]) { ...
```

  - ili definirati naziv za takav tip podataka i zatim ga koristiti

```
type stringOrArray = string | any[];
function shuffle(data :  stringOrArray) { ...
```

Definiranje povratne vrijednosti ovisno o argumentima

- Povratna vrijednost u prethodnom primjeru je `string | any[]`

```
function shuffle(data : string | any[]) : string | any[]  {
 ...
}
```

- Ono što prevodilac ne zna, a autor funkcije zna, je činjenica da je povratna vrijednost *string* ako je ulaz *string*, odnosno polje, ako je ulazni argument polje.
- Nalik prototipu u C-u, možemo navesti sve dozvoljene kombinacije

03-union/src/index.ts

```
function shuffle(data : string) : string;
function shuffle(data : any[]) : any[];
function shuffle(data : string | any[]) : string | any[]  {
 ...
}
```

Generički argumenti

```
function shuffle(data : string) : string;
function shuffle(data : any[]) : any[];
```

- Problem s prethodnim rješenjem je u tome što ne čuva informaciju koji tip polja je korišten, već je povratni tip any[]
- TS omogućava generičke tipove podataka, pa se rješenje jednostavno modificira u

04-union-with-generics/src/index.ts

```
function shuffle(data : string) : string;
function shuffle<T>(data : T[]) : T[];
function shuffle<T>(data : string | T[]) : string | T[]  {
 ...
 return typeof data == "string" ?  arr.join('') :  arr as T[];
}
```

Umjesto T[] može se pisati i Array<T>

  - Rad s *genericsima* je sličan kao i u Javi/C#-u, a omogućena je i parametrizacija JS kolekcija Map i Set
  - Tipove u parametrizaciji moguće je ograničiti s *extends*
    npr. <T extends number | string> ili
    <T extends {name: string, grade : number}>
    https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/2/generics.html

Tip koji ima navedena svojstva

Ograničavanje mogućih vrijednosti varijable (1)

- Npr. želimo definirati tip podatka za automobil, pri čemu je jedna od vrijednosti oblik auta koji može poprimiti vrijednost iz ograničenog skupa vrijednosti.
- JS ne poznaje mogućnost enumeracije, ali u TS-u postoje enumeracije, koje se mogu izvesti na više načina
- Prvi pristup bi bio definiranje enumeracije nalik kako se to radi npr. u C-u

```
enum CarShape {
    Sedan, Coupe, StationWagon, Hatchback, SUV, Other
}
```

  - Vrijednosti su cijeli brojevi počevši od 0. Slično kao u C-u moguće je eksplicitno pridružiti vrijednost pojedinom elementu, a onda sljedeći ima za jednu veću itd.

- Problem s ovim pristupom je način kako prevodilac generira JS kod što može imati utjecaj na performance

```
var CarShape;
(function (CarShape) {
    CarShape[CarShape["Sedan"] = 0] = "Sedan";
    CarShape[CarShape["Coupe"] = 1] = "Coupe";
    CarShape[CarShape["StationWagon"] = 2] = "StationWagon";
    CarShape[CarShape["Hatchback"] = 3] = "Hatchback";
    CarShape[CarShape["SUV"] = 4] = "SUV";
    CarShape[CarShape["Other"] = 5] = "Other";
})(CarShape || (CarShape = {}));
```

```
const shape : CarShape = CarShape.Sedan;
```

```
const shape = CarShape.Sedan;
```

Ograničavanje mogućih vrijednosti varijable (2)

- Enumeracije se mogu označiti kao konstantne

05-union-and-intersection/src/data.ts

```
const enum CarShape {
    Sedan, Coupe, StationWagon, Hatchback, SUV, Other
}
```

- U ovom slučaju se prilikom prevođenja (osim ako nije uključena opcija *preserveConstEnums*), izrazi mijenjaju brojevima, a opis se stavljam u komentar

```
const shape : CarShape = CarShape.Coupe;
```

```
const shape = 1 /* Coupe */;
```

- Nijedna od ove dvije varijante ne sprječavaju korisnika da eksplicitno pridruži neki broj izvan raspona, pa se izvorni smisao enumeracija gubi.
- Ograničenje se može postići korištenjem stringova za vrijednosti,

```
enum CarShape {
    Sedan = "S", Coupe = "C", StationWagon = "SW", Hatchback = "H", SUV = "SUV", Other = "O"
}
```

te se u tom slučaju u TS kodu ne može pridružiti direktno string, već se mora koristiti enumeracija

  - ponašanje s i bez *const* je ekvivalentno kao kod cijelih brojeva
  - više o enumeracijama na https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/enums.html

Ograničavanje mogućih vrijednosti varijable (3)

- Umjesto enumeracija mogu se razmotriti i drugačiji pristupi, kao npr. unije

```
type CarShape = "Sedan" | "Coupe" | "SW" | "H" | "SUV" | "O";
```

```
const shape : CarShape = CarShape.Coupe;
```

```
const shape = "Coupe";
```

ili konstantni objekti

```
type CarShape = typeof CarShapes[keyof typeof CarShapes];
const CarShapes = { Sedan : 0, Coupe : 1, StationWagon : 2, Hatchback : 3,
    SUV : 4, Other : 5 }
```

```
const shape : CarShape = CarShapes.Coupe;
```

```
const shape = CarShapes.Coupe
```

- Napomena:
  - Operator `keyof` vraća uniju naziva svojstava nekog tipa čime definira novi tip. `CarShapes` je objekt čiji nas tip zanima, pa je `keyof typeof CarShapes` tip definiran kao `"Sedan" | "Coupe" | "StationWagon" | "Hatchback" | "SUV" | "Other"`
  - Nakon toga `typeof nekiobjekt[tip]` vraća uniju tipova podataka svojstava čiji su nazivi činili tip naveden u uglatim zagradama. Posljedično, `CarShape` je `number`
  - Usput, `tip[keyof tip]` je konstrukcija koja bi vratila uniju svih tipova koje neki tip sadrži. Detaljnije na https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/2/indexed-access-types.html

Spajanje tipova

- Osim unije tipova, može se izvesti i spajanje tipova

```
type Car = {
    registration: string
    brand: string
    model: string
    shape: CarShape
}
```

```
type Owner = {
    name: string
    registration: string
    sex: 'M' | 'F'
}
```

05-union-and-intersection/src/*.ts

```
type Registration = Car | Owner; // union
type FullData = Car & Owner;     // intersection
```

- Napomena: nazivi ovih konstrukcija mogu biti zbunjujući, naročito naziv *presjek* koji predstavlja spajanje čime nastaje novi tip koji sadrži sva svojstva iz oba tipa
- Ako prilikom spajanja u oba tipa postoji svojstvo istog imena, onda se na tip tog svojstva primjenjuje operator &
  - Za primitivne tipove to nema smisla, pa je tako number & string isto što i never
  - Za objekte je takvo spajanje smislenije npr. `{price: number} & {name: string}` će tvoriti tip koji ima svojstva *price* i *name*, što je praktičan način za stvaranje novih tipova proširenjem postojećih, npr.

```
type CarWithPrice = Car & {price: number}
```

Provjera tipa (type guard) (1)

- Kod primitivnih tipova, provjeru tipa možemo obaviti s `typeof v`
- Provjera je li nešto polje radi se s `Array.isArray(v)`, gdje je v neka varijabla.
- U slučaju kad imamo uniju objekata provjera se svodi na ispitivanje sadrži li trenutni objekt određeno svojstvo operatorom `in`
- Napravi li se provjera temeljem svojstva koje korektno diskriminira moguće tipove iz unije, prevodilac će točno znati s kojim tipom radi u nastavku
  - U literaturi se ovaj princip naziva sužavanje (*narrowing*), a izraz provjere *type guard*

```
function registrationSet(...registrations : Registration[]) : Set<Registration> {
    const set = new Set<Registration>();
    registrations.forEach(r => {
        set.add(r);
        //what we have here?
        if ("brand" in r)
            console.log(`${r.registration} from Car ${r.model}`);
        else
            console.log(`${r.registration} from Owner ${r.name}`);
    });
    return set;
}
```

05-union-and-intersection/src/*.ts

Provjera tipa (type guard) (2)

- Provjera se može obaviti i u funkciji koja se naziva *type predicate* te završava s
  `: parametar is neki tip`

```
function isCar(r : Registration) : r is Car {
    return "brand" in r; //ostale provjere izostavljene zbog jednostavnosti
}
```

05-union-and-intersection/src/*.ts

```
function registrationSet(...registrations : Registration[]) : Set<Registration> {
    const set = new Set<Registration>();
    registrations.forEach(r => {
        set.add(r);
        //what we have here?
        if (isCar(r))
            console.log(`${r.registration} from Car ${r.model}`);
        else
            console.log(`${r.registration} from Owner ${r.name}`);
…
```

n-torke

- TS dozvoljava definiranje n-torki (različitih tipova)
- Npr. vektor u 3D prostoru, možemo definirati kao trojku brojeva

```
type vector = [number, number, number];
```

06-tuples/src/vectors.ts

- Posljedično će prevodilac znati da vektor ima elemente samo na pozicijama 0, 1 i 2 te neće dopustiti definiranje vektora s manje ili više od 3 elementa

```
let a : vector = [2, 3, 5];
let b : vector = [-1, 4, 6];
//let impossible : vector = [-1, 4, 6, 2];
//let error = a[3];
```

- Tipovi mogu biti različiti, a oni navođeni na kraju n-torke mogu biti i opcionalni, ali će prevodilac na to upozoriti

```
type n4 = [string, number | string, boolean?, number?];
const a : n4 = ["A", 3, true];
const b : n4= ["B", 2];
const val : boolean = a[2]; //const val : boolean = a[2]!;
```

```
error TS2322: Type 'boolean | undefined' is not
              assignable to type 'boolean'.
```

- Napomena: n-torka se implementira kao polje, pa je moguće pozvati *pop* i *push* što narušava ideju n-torki, ali sugestija za onemogućavanje nije usvojena
  - https://github.com/microsoft/TypeScript/issues/6325

Sučelja

- Osim s n-torkom, vektor u 3D prostoru se može definirati koristeći *type*

```
type vector = { x: number, y:number, z:number }
```

ali i koristeći sučelja

```
interface Vector { x:number; y:number; z:number;}
```

- Za razliku od klasičnih OOP jezika u TS-u se provjera tipa svodi na provjeru postojanja potrebnih svojstava
  - structural subtyping, duck typing, shape matching, soundness…
  - https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/type-compatibility.html

```
interface Vector { x:number; y:number; z:number;}
type vector = { x:number; y:number; z:number;}
function t_print(v: vector) {  console.log(v); }
function i_print(v: Vector) { console.log(v); }
function a_print(v: {x:number, y:number, z:number}) { console.log(v); }
let iv : Vector = {x : 3, y : 5, z : 2};
let tv : vector = {x : 1, y : 2, z : 3};
t_print(iv); i_print(tv); a_print(iv);
let temp = iv; iv = tv; tv = temp;
let w = {x : 9, y : 8, z : 7, w : 6};
iv = w;
i_print(iv);
```

07-types-and-interface/src/index.ts

Sučelja i aliasi

- U izoliranom primjeru, korištenje *type* i interface daje isti efekt.
- *type* predstavlja alias za neki tip podatka, dok je interface još jedan način za definiranje tipa objekta.

- Sučelje može naslijediti drugu sučelje s *extends*, aliasi to rade s &
- Klase mogu implementirati i sučelja i aliase
  - Naravno, ako je alias zapravo alias na neki objekt, a ne alias primitivnog tipa
- Ključne razlike:
  - Sučelje se može definirati više puta, što ima efekt dodavanja novih svojstava
    - Kod aliasa to nije moguće
  - Neke manje razlike u prikazu pogreške prilikom prevođenja
  - https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/2/everyday-types.html#differences-between-type-aliases-and-interfaces

Klase u TypeScriptu

- JS (od ES2015), pa tako i TS podržavaju klase, ali na ponešto drugačiji način nego u klasičnim objektno orijentiranim jezicima
- objekti u memoriji ne nose informaciju iz koje klase ili sučelja su potekli (*not reified*) te će `typeof (new Klasa())` uvijek biti `object`
- Članovi klase su *public* osim ako se drugačije ne navedene (*private* ili *protected*)
  - modifikatori vidljivosti vrijede samo prilikom prevođenja! …
    - osim ako se ne koristi novi standard s prefiksom # za privatne varijable
  - … a imaju nuspojavu da utječu na provjeru tipova
    - Podsjetnik: provjera tipa svodi se na provjeru postojanja potrebnih svojstava, odnosno funkcija, a *private* „mijenja” oblik
- Sugerira se definiranje varijabli javnima u situacijama kad bi *getter* i *setter* bili trivijalni
- Pristup članovima unutar klase uvijek mora biti s *this*.*ime*, jer samo *ime* bi moglo biti referenca na varijablu definirano negdje drugdje

Konstruktor(i)

- JS dozvoljava postojanje samo jednog konstruktora
- U TS-u se može definirati više konstruktora, ali na razini dozvoljenih varijanti poziva jedinstvene implementacije!

08-classes/src/vector.ts

```
class Vector {
    x:number; y:number; z:number;
    constructor(x: number, y:number, z:number)
    constructor(vector : {x : number, y : number, z : number});
    constructor(vector: [number, number, number]);
    constructor(data : number | {x : number, y : number, z : number}
                             | [number, number, number],
                ...yz : number[]) {
        if (typeof(data) === "number") {
            this.x = data; this.y = yz[0]; this.z = yz[1];
        }
        else if (Array.isArray(data))
            [this.x, this.y, this.z] = data;
        else {
            this.x = data.x; this.y = data.y; this.z = data.z;
        }
    }
```

Inicijalizacija varijabli

- Postavkama prevodioca može se uključiti opcija koja provjerava jesu li varijable inicijalizirane u konstruktoru ili prilikom deklaracije.
- Neovisno o tome, varijable koje se nakon postavljanja (pri deklaraciji ili u konstruktoru) više ne mijenjaju mogu se označiti s *readonly*, pa će prevodilac prijaviti pogrešku ako im se naknadno pokuša promijeniti vrijednost

```
{
    "compilerOptions": {
        "target": "ES2015",
        "module": "CommonJS",
        "outDir": "./dist",
        "rootDir": "./src",
        ...
        "strictPropertyInitialization" : true,
        "noEmitOnError": true
    }
}
```

Svojstva su podržana tek od verzije ES2015. *target* za sobom onda povlači i *module*

08-classes/tsconfig.json

Deklaracija članskih varijabli temeljem argumenata konstruktora

- U slučaju da je klasa imala samo jedan konstruktor koji bi se sveo samo na inicijalizaciju članskih varijabli, tada se može izbjeći deklariranje varijabli i pisanje koda za pridruživanje.

```
class ImmutableVector {
    readonly x:number; readonly y:number; readonly z:number;
    constructor(x: number, y:number, z:number) {
            this.x = x; this.y = y; this.z = z;
        }
    }
}
```

- Sve što je potrebno je dodati modifikatore ispred argumenata (*private*, *protected* ili *public* te opcionalno *readonly*)

```
class ImmutableVector {
    constructor(public readonly x: number, public readonly y:number,
                public readonly z:number) {
    }
}
```

Svojstva i metode

- Svojstvo izgleda kao metoda koja ispred ima *get* ili *set*, a pri pozivu se zagrada ispušta
  - Ako postoji *setter*, mora imati istu vidljivost kao i *getter*, ali ne moraju imati iste tipove (!?). Ako nije naveden tip za *setter*, koristi se onaj od *gettera*.
  - Svojstva podržana od ES2015

```
class Vector implements IHasNorm, IComparable<Vector> {
    x:number; y:number; z:number;
    ...
    get norm() : number  {
        return Math.sqrt(this.x ** 2 + this.y ** 2 + this.z ** 2);
    }

    scalar(other : Vector) : number {
       return this.x * other.x + this.y * other.y + this.z * other.z
    }

    cross(other : Vector) : Vector {
    ...
```

08-classes/src/*.ts

```
let a = new Vector(2, 3, 5);
let b = new Vector([-1, 4, 6]);
let c = a.cross(b);
console.log(`c=${c}`);
console.log(`|c|=${c.norm}`);
```

Sažetak vezan za provjere i pretvorbe tipova

- `typeof` vraća jedan od sljedećih stringova: *string*, *number*, *bigint*, *boolean*, *symbol*, *undefined*, *object*, *function*
- `instanceof` se može koristiti samo za klase i istina je samo ako je objekt stvoren s `new`
- Sužavanje (engl. *narrowing*) kod objekata se vrši operatorom *in* i provjerom sadrži li objekt navedeno svojstvo
- Tvrdnja da je neki općeniti tip (*any*) nešto konkretno, može se obaviti s `as` ili operatorom ukalupljivanja
  - npr. `x as Vector` ili `<Vector> x`
  - Navedeno ima smisla samo prilikom pisanja koda i prevođenja
  - Slična tvrdnja vrijedi i za operator `!` kojim prevodiocu tvrdimo da objekt nije *null*
- Izraz unutar *if-a* ne mora biti *boolean*, već se evaluira po pravilu da su laži *0, NaN, prazni string, null* i *undefined*

Transformacije tipova u nove tipove podataka

- Stvaranje novih tipova iz postojećih ne mora se svoditi samo na proširivanje
- TS nudi nekoliko ugrađenih generičkih tipova kojima nastaje novi tip iz postojećeg uklanjanjem nekih svojstava, odabirom samo određenih, promjenom imena…
- Npr. želimo stvoriti novi tip iz tipa *Recipe* (a on je određen datotekom s receptima), tako da odaberemo samo *name* i *description* uz dodatno opcionalno svojstvo
  - Ovdje su navedena svojstva bila direktno napisana, ali u nekom drugom slučaju mogli smo ih dobiti s *keyof* nekog poznatog objekta
- Suprotan od *Pick* je *Omit* kojim uzimamo sva svojstva osim onih koje eksplicitno navedenih. *Partial*, *Required* i *Readonly* mijenjaju modifikatore svojstava. Za ostale pogledati na https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/utility-types.html

```
import {load as loadrecipes} from "./loadrecipes"
type Recipe = typeof recipes[0];
type RecipeInfo = Pick<Recipe, "name" | "description"> & {whereToEat? : string};
let recipes = loadrecipes();
```

09-various-type-creation/src/index.ts

Dinamičko dodavanje svojstava

- Tipična funkcionalnost u JS-u je dodavanje novog svojstva, ali u TS-u bi sljedeći kod bio neispravan, jer svojstvo Zagreb nije dio tipa za navedenu varijabla

```
let citiesAndMeals = {};
citiesAndMeals.Zagreb = nešto... //citiesAndMeals["Zagreb"] = ...
```

- U takvim slučajevima koristi se *index signature* kojim se definira da se tom tipu podatka mogu dinamički dodavati svojstva sve dok zadovoljavaju tipove određene potpisom za indeks
  - U primjeru to znači da se u uglatim zagrada prilikom dodavanja novog svojstva mogu naći stringovi (ali i brojevi, zbog automatske pretvorbe), a pridružene vrijednosti mora biti tipa *RecipeInfo*
  - Moguće je koristiti i unije i presjeke, ali ključ može biti samo kombinacija tipova *string*, *number* i *boolean*
  - **Sučelje može definirati i dodatna svojstva, ali ona moraju biti u skladu s indeksom**

```
interface  CitiesTopMeal {
  [key:string] : RecipeInfo;  //index signature
};
let citiesAndMeals : CitiesTopMeal = {};
citiesAndMeals.Zagreb = nešto... //OK
```

09-various-type-creation/src/index.ts

Što dalje?

- Typescript je previše opsežan da bi se sve mogućnosti opisale u jednom predavanju
  - *MappedTypes*, *Iterators*, *ConditionalTypes*, uključivanja JavaScript koda u proces prevođenja, integracije s Reactom, Vueom, …
- Za one koji žele znati više
  - https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/intro.html
  - https://www.typescriptlang.org/cheatsheets
  - Adam Freeman: *Essential TypeScript 4. From Beginner to Pro*, Apress 2021 https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4842-7011-0